

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT
DENGAN PROSES UHDE KAPASITAS 160.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata satu
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :
Dita Odistya Syafitri
D 500 120 029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN
PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT
DENGAN PROSES UHDE
KAPASITAS 160.000 TON/TAHUN**

PUBLIKASI ILMIAH

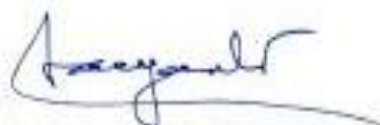
Oleh;

DITA ODISTYA SYAFITRI

D 500 120 029

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Haryanto Abdul Rofiq, M.S.

NIP. 196307051990031002

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN
PROSES UHDE KAPASITAS 160.000 TON/TAHUN

OLEH

DITA ODISTYA SYAFITRI

D 500 120 029

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 15 Juni 2017
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. H. A. M. Fuadi, M.T., Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Haryanto Abdul Rofiq, M.S
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



Ir. H. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 30 Juni 2017

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dita Odistya Syafitri', enclosed within a large, stylized oval shape.

DITA ODISTYA SYAFITRI

D 500 120 029

PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN PROSES UHDE KAPASITAS 160.000 TON/TAHUN

ABSTRAK

Pabrik amonium nitrat didirikan untuk memenuhi kebutuhan amonium nitrat di dalam maupun luar negeri. Hal tersebut didasarkan atas ketersediaan bahan baku dan kebutuhan amonium nitrat di beberapa sektor industri. Pabrik amonium nitrat dengan bahan baku amonia dan asam nitrat direncanakan akan didirikan di daerah Cikampek dengan kapasitas 160.000 ton/tahun.

Proses pembuatan Amonium Nitrat dilakukan dengan proses UHDE dengan alasan proses ini merupakan alternatif yang sangat populer karena mempunyai biaya investasi yang paling rendah untuk menghasilkan *Low Density* Amonium Nitrat. Reaksi pembentukan Amonium Nitrat ini berlangsung dalam reaktor *bubbling*. Perbandingan mol Asam Nitrat dan Amonia adalah 1 : 1,01. Reaksi berlangsung pada kondisi suhu 140°C dengan tekanan 3 atm, yang bersifat eksotermis. Kemudian produk akan di pekatkan dengan cara menguapkan air menggunakan evaporator jenis *Long Tube Vertical*.

Kebutuhan utilitas dalam tiap tahunnya berupa kebutuhan air pendingin sebanyak 34.932,92 kg/jam, penyedia steam sebanyak 7.117,45 kg/jam. Listrik sebanyak 145,49 kW dan bahan bakar sebanyak 6,841 m³/jam. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari. Analisis ekonomi menunjukkan besarnya modal tetap sebesar Rp 451.154.629.304,27 dan modal kerja sebesar Rp 223.966.932.637,34. Sedangkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 80.543.222.890,54 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 27.404.507.731,39. *Percent Return on Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 28,93% dan sesudah pajak 20,25%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 2,57 tahun dan sesudah pajak 3,31 tahun. *Break Event Point (BEP)* sebesar 53,0% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 33,65%. Dengan demikian maka pabrik layak untuk didirikan.

Kata kunci: Amonium nitrat, asam nitrat, amonia, proses uhde

ABSTRACT

Ammonium nitrate factory was established to meet the needs of ammonium nitrate in the country and abroad. It is based on the availability of raw materials and the need ammonium nitrate in several industrial sectors. Ammonium nitrate factory with materials ammonia and nitric acid is planned to be established with a capacity of 160.000 ton/year.

The process of making ammonium nitrate reaction with Uhde Process because this process is a very popular and has low investment cost to produce *Low Dencity* Ammonium Nitrate. The reaction performed on Bubbling Reactor. The mole ratio of Ammonia and Nitric Acid is 1:1,01. The temperature reaction is

140°C with a pressure on 3 atm which is exothermic reaction. Then the product will be concentrated by evaporate water with evaporator type *Long Tube Vertical*.

Utility requirements in each year in the form of cooling water needs as much 34.932,92 kg/h, steam provider as much 7.117,45 kg/h, 145,49 kW electricity, and fuel as much 6,841 m³/h. The factory will be operate for 330 days. The economic analysis shows the amount is Rp 451.154.629.304,27 and working capital is Rp 223.966.932.637,34. Then profit before tax is Rp 80.543.222.890,54 and profit after tax is Rp 27.404.507.731,39. *Percent Return on Investment* (ROI) before tax is 28,93% and after tax is 20,25%. *Pay Out Time* (POT) before tax is 2,57 year and after tax is 3,31 year. *Break Event Point* (BEP) is 53,0% and *Shut Down Point* (SDP) is 33,65%. So, this plant is feasible to set up.

Keywords: Ammonium nitrate, nitric acid, ammonia, uhde proces

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu perkembangan industri kimia di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Hal ini terbukti dengan mulai banyaknya industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing. Pendirian pabrik amonium nitrat ini diharapkan dapat menghemat visa negara dengan mengurangi ketergantungan impor dari negara lain sehingga perekonomian Indonesia dapat meningkat serta dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

Amonium nitrat dengan rumus kimia NH_4NO_3 merupakan cairan tidak berwarna yang sering digunakan sebagai bahan peledak untuk pertambangan batu bara, pertambangan mineral, bahan peledak militer, serta sebagian kecil dapat juga digunakan sebagai campuran pupuk dan obat bius.

Dari beberapa uraian di atas, sehingga dengan didirikanya pabrik Amonium Nitrat ini, diharapkan dapat:

1. Mengurangi jumlah impor yang dapat menghemat devisa negara.
2. Memberikan kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan amonium nitrat sebagai bahan baku.
3. Sebagai pemasok bahan baku bagi industri bahan peledak di Indonesia,

4. Menambah pelanggan bagi industri amonia dan asam nitrat di Indonesia.
5. Membuka lapangan pekerjaan baru, sehingga diharapkan dapat membantu meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat.

1.2 Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) didapatkan jumlah impor dan kebutuhan Amonium Nitrat di Indonesia semakin meningkat kurang lebih 12% per tahun. Data impor amonium nitrat di Indonesia terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Impor Amonium Nitrat (Biro Pusat Statistik, 2014)

Tahun	Impor (kg)
2009	362.967.630
2010	416.138.220
2011	518.763.460
2012	371.965.384
2013	276.769.365
2014	149.639.732

Dengan mengacu pada data diatas maka kapasitas perancangan pabrik sebesar 160.000 ton/tahun ini diharapkan tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan amonium nitrat di Indonesia.

1.3 Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang besar terhadap kelangsungan operasional dan nilai ekonomis pabrik itu sendiri. Banyak faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam menentukan lokasi suatu pabrik pada umumnya ditetapkan atas dasar orientasi bahan baku dan orientasi pasar. Lokasi pabrik amonium nitrat ditetapkan di Cikampek, Jawa Barat.

1.4 Tinjauan Pustaka

Pembuatan amonium nitrat merupakan proses netralisasi yang merupakan reaksi antara asam nitrat dan amonia, membentuk amonium nitrat dengan Proses Uhde. Reaksi netralisasi ini berlangsung pada reaktor bubbling, dimana reaksi terjadi karena adanya transfer massa antara Asam Nitrat dengan Amonia membentuk Amonium Nitrat. Reaksi netralisasi ini bersifat sangat eksotermis yang menghasilkan panas dalam jumlah besar. Adapun tujuan produk berupa lelehan dari reaktor untuk mengurangi resiko peledakan. Lelehan tersebut kemudian ditransfer ke evaporator untuk menguapkan sisa asam nitrat dan air.

Pada proses uhde ini merupakan alternatif yang sangat populer karena mempunyai biaya investasi yang paling rendah untuk menghasilkan *Low Density* Amonium Nitrat. Proses Uhde ini dilakukan dengan mereaksikan gas Amonia dan Asam Nitrat di dalam reaktor bubbling dengan reaksi netralisasi pada suhu 140 - 200°C dan tekanan 3 – 5 atm. Larutan keluar reaktor dipompakan ke evaporator untuk dipekatkan (Uhde, 2009)

Berdasarkan uraian macam-macam proses pembuatan amonium nitrat maka Prarancangan Pabrik Amonium Nitrat ini akan menggunakan proses Uhde dengan pertimbangan :

1. Proses produksi memanfaatkan energi yang dihasilkan dari proses sebelumnya sehingga sistem lebih efisien.
2. Proses Uhde menghasilkan produk *low density* amonium nitrat yang dapat digunakan sebagai bahan baku peledak.

1.5 Kegunaan Produk

Kegunaan Amonium Nitrat antara lain adalah sebagai berikut:

1. Amonium Nitrat sebagai Peledak
Amonium nitrat menjadi campuran yang mudah meledak ketika dikombinasikan dengan senyawa hidrokarbon.
2. Bahan Baku Pupuk Nitrogen
Bahan baku pembuatan pupuk baik yang langsung digunakan atau yang dicampur dengan bahan lain (kandungan nitrogen sekitar 35 %).
3. Modifikasi Zeolit

2. METODE

2.1 Dasar Reaksi

Pembentukan amonium nitrat merupakan reaksi heterogen fasa gas cair tanpa katalis didasarkan pada konsep reaksi netralisasi yaitu asam dan basa, dalam hal ini yang terjadi adalah reaksi antara asam kuat dan basa lemah.

Reaksi untuk proses netralisasi ini adalah sebagai berikut :



2.2 Kondisi Operasi

Reaksi netralisasi senyawa asam nitrat dan amonia merupakan reaksi antara fasa cair dan gas yang berlangsung secara eksotermis dalam reaktor bertekanan 3 atm dan dijaga pada suhu 140°C.

2.3 Tinjauan Termodinamika

Jika ditinjau secara termodinamika, diketahui:

$\Delta H_{f,298} \text{HNO}_3$: -207,36 kJ/mol
$\Delta H_{f,298} \text{NH}_3$: -45,94 kJ/mol
$\Delta H_{f,298} \text{NH}_4\text{NO}_3$: -339,87 kJ/mol

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{f,298\text{K}} &= \Delta H^0_f \text{Produk} - \Delta H^0_f \text{reaktan} \\ &= -339,87 - ((-207,36) + (-45,94)) \\ &= -86,57 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas terbukti bahwa reaksi pembentukan Amonium Nitrat mempunyai harga ΔH negatif yang berarti reaksi ini adalah eksotermis.

Diketahui:

$\Delta G_{,298} \text{HNO}_3$: -111,34 kJ/mol
$\Delta G_{,298} \text{NH}_3$: -16,4 kJ/mol
$\Delta G_{,298} \text{NH}_4\text{NO}_3$: -190,71 kJ/mol
$\Delta G^0_{,298\text{K}}$	$= \Delta G^0 \text{produk} - \Delta G^0 \text{reaktan}$
	$= -190,71 - (-111,34) - (-16,4)$

$$= -62,97 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln K_1 = \frac{-62,97 \text{ kJ/mol}}{-0,008314 \text{ kJ/mol K} \times 298,15 \text{ K}}$$

$$\ln K_1 = 25,4$$

$$K_1 = 1,077 \times 10^{11}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{K_2}{1,077 \times 10^{11}} = \frac{86,57}{0,008314} \times \left(\frac{1}{413,15} - \frac{1}{298,15} \right)$$

$$\ln K_2 - \ln 1,077 \times 10^{11} = -9,72$$

$$\ln K_2 - 25,4 = -11,69$$

$$\ln K_2 = 15,68$$

$$K_2 = 645 \times 10^3$$

Reaksi pembentukan amonium nitrat mempunyai harga konstanta kesetimbangan reaksi yang sangat besar pada suhu 140°C. Dengan demikian reaksi pembentukan Amonium Nitrat berlangsung searah (*irreversible*).

2.4 Langkah Proses

Proses pembuatan Amonium Nitrat dengan Proses Uhde dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan Baku

Sebelum diumpankan ke dalam reaktor amonia akan dialirkan dari tangki penyimpanan dan diturunkan tekanannya dengan expander dari 12 atm menjadi 3 atm, sedangkan asam nitrat dialirkan tangki penyimpanan dipompa menuju reaktor dan secara otomatis tekanan akan naik dari 1 atm menjadi 3 atm lalu keduanya dialirkan ke *heat exchanger* untuk dinaikkan suhunya dan diumpankan ke dalam reaktor.

2. Tahap Pembentukan Produk

Tahap ini bertujuan untuk mereaksikan amonia dan asam nitrat membentuk produk amonium nitrat. Reaksi ini dilakukan didalam Reaktor Gelembung yang beroperasi pada suhu 140° dan pada

tekanan 3 atm. Umpan cair dari atas reaktor, sedangkan umpan gas masuk dari bawah reaktor melalui *perforated plate* sehingga terbentuk gelembung-gelembung gas amonia.

3. Tahap Pemurnian Produk

Produk keluar dari reaktor pada kondisi suhu 140°C dan tekanan 3 atm terpisah menjadi dua produk, yaitu sisa reaktan yang berupa uap amonia dan uap air akan naik ke atas sedangkan produk lelehan Amonium Nitrat keluar melalui bagian bawah reaktor. Produk lelehan amonium nitrat yang keluar dari bagian bawah dipompa menuju *evaporator* kemudian sisa asam nitrat dan air akan diuapkan melalui bagian atas evaporator.

3. SPESIFIKASI ALAT

3.1 Neraca Massa

Tabel 3.1. Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 5	Arus 7
NH ₃	3.657,068			
HNO ₃		15.293,392	1.760,308	
NH ₄ NO ₃				17.190,152
H ₂ O	18,285	10.195,594	7.200,785	3.013,095
Subtotal	3.675,353	25.488,986	8,961,093	20.202,246
Total		29.164,339		29.164,339

3.2 Reaktor

Kode : R-101

Fungsi : Mereaksikan amonia dengan asam nitrat
menghasilkan amonium nitrat

Tipe : *Bubble reactor*

Dimensi tangki

Diameter : 3,8 m

Tinggi : 5,81 m

Tebal : 1/5 in

Kondisi Operasi

Tekanan : 3 atm

Suhu : 140°C

Jumlah : 1 buah

Material : *Stainless steel SA-304 grade C*

Koil Pendingin

Pendingin : Air

Suhu Masuk : 30°C

Suhu Keluar : 50°C

Jumlah Koil : 44 lilitan

Tinggi Koil : 3,14 m

3.3 Evaporator

Kode : V-101

Fungsi : Memekatkan larutan hasil dengan menguapkan air yang terdapat dalam larutan

Tipe : Long Tube Vertical tipe Falling Film Evaporator

Material : *Stainless steel SA-304 grade C*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 140°C

Dimensi

Diameter : 0,51 m

Tinggi total : 6,26 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Tinggi *head* : 0,39 m

Jumlah tube : 122 buah

3.4 Utilitas

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas. Dalam pabrik ini, utilitas yang diperlukan meliputi (Mc Cabe, 1985):

1. Unit penyediaan dan pengolahan air.

Berfungsi sebagai air pendingin, air umpan boiler, dan air sanitasi.

2. Unit Pembangkit *Steam*

Digunakan untuk proses pemanasan di Reaktor, Heat Exchanger, Kristaliser.

3. Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik. Alat penyediaan udara tekan berupa Kompresor, Kondenser dan tangki udara.

4. Unit Pembangkit Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan *generator* sebagai cadangan apabila listrik PLN mengalami gangguan.

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan *generator*.

6. Unit Pengolahan Limbah

Berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair maupun gas.

7. Unit Laboratorium

Unit laboratorium berfungsi untuk menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Selain itu, mempunyai peran untuk menganalisis bahan baku, analisis proses dan analisis kualitas produk.

3.5 ANALISIS EKONOMI

Pabrik Amonium Nitrat memiliki kondisi operasi pada suhu 140°C dan tekanan 3 atm. Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 118.056.814.443,41

Keuntungan sesudah pajak Rp 82.639.770.110,39

2. ROI (*Return On Investments*) sebelum pajak 28,93%
3. ROI sesudah pajak 20,25%
ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko tinggi minimal adalah 11%
4. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 2,57 tahun
POT sesudah pajak 3,31 tahun
POT sebelum pajak untuk pabrik kimia beresiko tinggi maksimal adalah 5 tahun
5. BEP (*Break Even Point*) adalah 53,0%
SDP (*Shut Down Point*) adalah 33,65%
BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%
6. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 34,2%
7. Berdasarkan analisa ekonomi diatas, pabrik asam fenil asetat ini layak didirikan.

4. PENUTUP

Prarancangan pabrik Amonium Nitrat kapasitas 160.000 ton/tahun digunakan bahan baku amonia sebanyak 3.675,353 kg/jam dan asam nitrat sebanyak 25.488,986 kg/jam. Proses yang digunakan adalah proses Uhde dengan mereaksikan amonia dan asam nitrat pada reaktor buble dengan kondisi operasi suhu 140°C dan tekanan 3 atm. Dari perancangan yang telah dilakukan, didapatkan analisis ekonomi yaitu ROI, POT, BEP, dan SDP yang masih dalam range, sedangkan nilai DCF yang didapatkan sesuai dengan yang direncanakan. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik Amonium Nitrat layak untuk didirikan.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah saya bersyukur atas karunia Allah yang telah memudahkan jalan saya untuk menyelesaikan tugas ini. Terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing saya Bapak Ir. Haryanto Abdul Rofiq, M.S. dan Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D atas bimbingannya selama saya mengerjakan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

McCabe, Smith dan Harriot. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*.

New York: McGraw Hill, Inc.

UHDE, GmbH., 1989, *Nitrate Fertilisers*, A Company of Thyssen Krupp Technologies, WWW.ThyssenKrupp.com/uhde, Dortmund, German.

Yaws, Carl L. 1996. *Handbook of Thermodynamic Diagram*. Texas: Gulf Publishing Company.

<https://www.bps.go.id> diakses pada tanggal 15 februari 2015.